

50. Internationales Wissenschaftliches Kolloquium

September, 19-23, 2005

**Maschinenbau
von Makro bis Nano /
Mechanical Engineering
from Macro to Nano**

Proceedings

Fakultät für Maschinenbau /
Faculty of Mechanical Engineering

Startseite / Index:

<http://www.db-thueringen.de/servlets/DocumentServlet?id=15745>

Impressum

- Herausgeber: Der Rektor der Technischen Universität Ilmenau
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. habil. Peter Scharff
- Redaktion: Referat Marketing und Studentische Angelegenheiten
Andrea Schneider
- Fakultät für Maschinenbau
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Kurtz,
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. med. (habil.) Hartmut Witte,
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Gerhard Linß,
Dr.-Ing. Beate Schlütter, Dipl.-Biol. Danja Voges,
Dipl.-Ing. Jörg Mämpel, Dipl.-Ing. Susanne Töpfer,
Dipl.-Ing. Silke Stauche
- Redaktionsschluss: 31. August 2005
(CD-Rom-Ausgabe)
- Technische Realisierung: Institut für Medientechnik an der TU Ilmenau
(CD-Rom-Ausgabe) Dipl.-Ing. Christian Weigel
Dipl.-Ing. Helge Drumm
Dipl.-Ing. Marco Albrecht
- Technische Realisierung: Universitätsbibliothek Ilmenau
(Online-Ausgabe) [ilmedia](#)
Postfach 10 05 65
98684 Ilmenau
- Verlag:  Verlag ISLE, Betriebsstätte des ISLE e.V.
Werner-von-Siemens-Str. 16
98693 Ilmenau

© Technische Universität Ilmenau (Thür.) 2005

Diese Publikationen und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt.

ISBN (Druckausgabe): 3-932633-98-9 (978-3-932633-98-0)
ISBN (CD-Rom-Ausgabe): 3-932633-99-7 (978-3-932633-99-7)

Startseite / Index:
<http://www.db-thueringen.de/servlets/DocumentServlet?id=15745>

Prof. Dr. phil. habil. Johannes Uhlmann

Vorgehensplanung Designprozess

1. Zum Konflikt zwischen Konstruktionsmethodik und Design. Designdefinition

Der Vorgehensplan Designprozess ist der Versuch, den methodischen Ablauf im Technischen Design mit dem generellen Vorgehen beim Entwickeln und Konstruieren z. B. nach VDI 2221 [6] abzugleichen. Diese Vorgehensplanung ist ein Expertisenergebnis und untersetzt durch die Anwendung von Forschungsergebnissen aus der Handlungs- und Regulationstheorie aus der Arbeitspsychologie [29], [30], [31]. Sie ist vorerst bestimmt für die Ausbildung von Novizen in der Studienrichtung Technisches Design an der TU Dresden. Für die Design-Experten wird davon ausgegangen, dass sie ohnehin mehr oder weniger intuitiv nach dieser Vorgehensweise verfahren, was ein Expertisenergebnis ist.

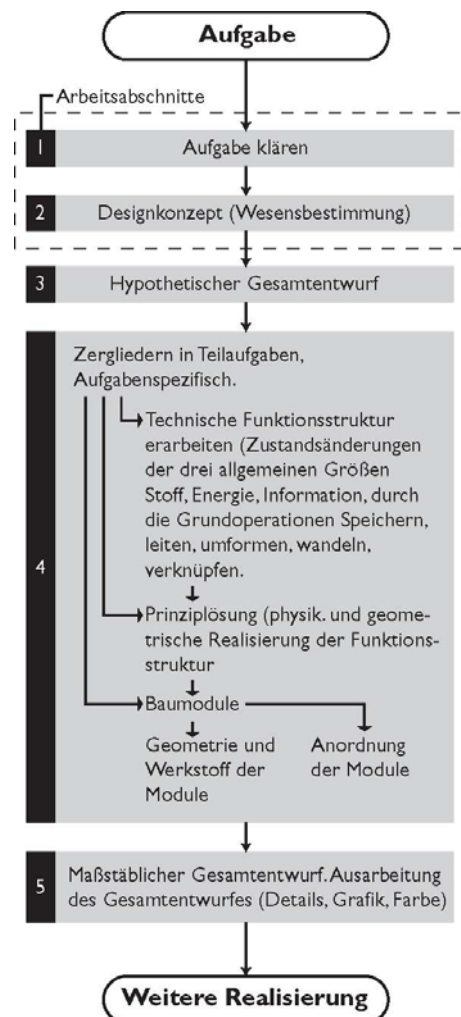


Bild 1 : Vorgehensplan Designprozess

Die Vorgehensplanung in der hier gezeigten Form ist eine für didaktische Zwecke vereinfachte Darstellung. Sie ist die gewissermaßen geradlinige sequentielle Ausrichtung eines Ablaufes, der so in dieser schönen Ordnung möglicherweise nur selten stattfinden kann. Wohl aber sind die Inhalte der einzelnen Arbeitsabschnitte zutreffend, die in der Wirklichkeit vermischelt untereinander auftreten. Dieses Ineinander trifft insbesondere auf die Abfolge der ersten drei Arbeitsabschnitte zu, während sich Arbeitsabschnitt 4 „Zergliedern in Teilaufgaben“ und 5 „Gesamtentwurf“ in dieser Linearität tatsächlich abspielen.

Die Schwierigkeiten für die Aufgabe einer Vorgehensplanung für den Designprozess ergeben sich aus unterschiedlichen Paradigmen, die der Konstruktionsmethodik und dem Technischen Design zu Grunde liegen. Im Zentrum der Paradigmen steht der Gesamtentwurf, der – vereinfacht gesagt – in der Konstruktionsmethodik „additiv“ am Ende des Prozesses entsteht und im Technischen Design am Anfang, als Ergebnis des Arbeitsabschnittes „3 hypothetischer Gesamtentwurf“ [Bild 1].



Bild 2: Die Auffassung von Design als Gestaltungsgerechtigkeit

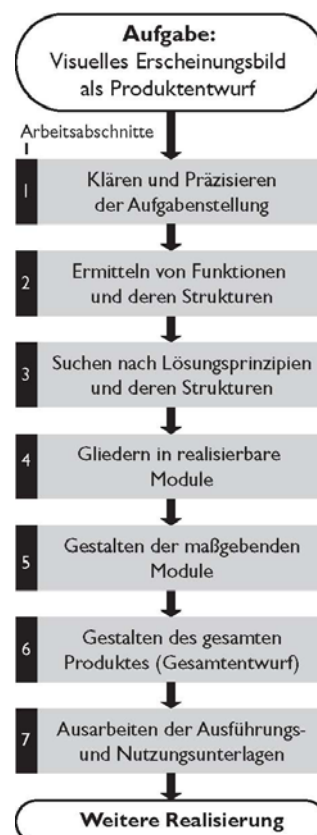


Bild 3: Zweite Auffassung über das Design: Konstruieren nach der Vorlage bunter Bilder

Aus solchen Auffassungsunterschieden resultiert die Platzierung für das Design im konstruktionsmethodischen Ablauf. Aus der Literatur lassen sich zwei Orte für die Zuweisung des Designs erkennen, wobei hier der Ablauf nach VDI 2221 [6] zugrunde gelegt wird:

1. Als Gestaltungsgerechtigkeit mit Richtliniencharakter zu den Arbeitsabschnitten „5 Gestalten der maßgebenden Module“ und „6 Gestalten des gesamten Produktes“ [Bild 2], [6], [10], [11], [12], [13], [14] u. a.
2. Salopp gesagt: als „buntes Bild“ mit Vorgabencharakter für Arbeitsabschnitt „1 Klären und Präzisieren der Aufgabenstellung“ [Bild 3], [10], [11], [14], [15] u. a.

Diese dem Designverständnis widersprechenden Zuweisungen erscheinen zu einem Großteil durch das Design selbst verschuldet zu sein. Nur ein Beleg dafür ist die umfangreiche VDI/VDE Richtlinie 2424 Blatt 1-3 „Industrial Design“ von 1986 und 1988 [7], die keinen für einen Ingenieur, der ja Zielgruppe dieser Richtlinie ist, nachvollziehbaren und integrierbaren methodischen Ablauf für das Design erkennen lässt. Selbst die Darstellung eines Ziels von Design nach dieser Richtlinie muss Ingenieuren suspekt erscheinen.

Fachinterne Bemühungen zum methodischen Design mit der Absicht passfähig zur Konstruktionsmethodik zu sein, gab es seit den 50er Jahren des vergangenen Jahrhunderts innerhalb des so genannten „Funktionalismus“ als der damals vorherrschenden Gestaltungsdoktrin [16], [17], in [18], [19], [20], [21] u. a. Für den englischsprachigen Raum existiert eine gründliche Zusammenstellung in [22]. Der Funktionalismus war eine an der Umsetzung ergonomischer Erfordernisse am Produkt und der technologischen Realität orientierte Gestaltungsweise damaliger gesellschaftlicher Vernunft. Mit dem Slogan „der Funktionalismus ist tot“ [8], Ende der 60er Jahre wurde der fachinterne Paradigmenwechsel mit Öffnung zur Postmoderne vollzogen. Design verstand sich wieder der Kunst nahe stehend und neue Ausbildungsstätten entstanden zuhauf. ... Beliebigkeit war ein Ergebnis und das Interesse an einer zur Konstruktionsmethodik kompatiblen Designmethodik, verantwortet von der Disziplin selbst, geriet mehr oder weniger außer Interesse. Heute ist das offizielle Design auf vielen Gebieten zu einem Marketingfaktor mutiert.

Die Vorgehensplanung Designprozess, praktiziert und entstanden an einer technischen Bildungseinrichtung und bestimmt für eine Designausbildung von Studenten mit abgeschlossenem Grundstudium Maschinenbau in einer eigenen Studienrichtung Technisches Design, entstand außerhalb eines allseits empfohlenen Paradigmenwechsels, ohne das dieser übersehen worden ist.

Der seit Jahren entwickelten und praktizierten Vorgehensweise liegt die nachfolgende Designdefinition auf Bild 4 zu Grunde [23], [24], die in ihrer Formulierung hier sprachgestisch an eine Definition des Konstruierens bei EHRENSPIEL [11] angelehnt ist.

Design ist die Gesamtheit aller Fähigkeiten und Fertigkeiten, mit denen ausgehend von einer Aufgabenstellung bis zur Festlegung der Produktdokumentation die für das **Erleben**¹⁾ des Produktes vorzugsweise beim Produktgebrauch notwendigen Informationen erarbeitet werden.

Erleben von Objekten des Technischen Designs soll an zwei grundlegende **paradigmatische** Voraussetzungen gebunden sein.

1. Das Designobjekt muss „richtig“ sein, was die Erfüllung **objektiver** Kriterien (z. B. technischer, ergonomischer, wirtschaftlicher u. a. Forderungen) zur Voraussetzung hat und
2. es muss „gefallen“, was ein **subjektives** Geschmacksurteil ist.

Im Gedanken, der kleinsten Einheit des Denkens [28], sind beide Aspekte zusammengefasst.

¹⁾ Erleben ist das Innesein und das Persönliche des Wissens und Handelns des Menschen (RUBINSTEIN zitiert nach [25])

Bild 4: Designdefinition

Zu Pkt. 2. in der Designdefinition ist noch anzumerken: weil jeder Mensch über die Fähigkeit subjektiver Gefallens- oder Geschmacksurteile verfügt, wird dieses Subjektive subjektiv-allgemein und ist damit objektiv existent [5]. Ein Urteil, welches beide Sachverhalte als Aspekte eines Gesamturteiles beinhaltet, heißt nach KANT [5] „Ästhetisches Urteil“. Ein Objekt, dessen objektive Richtigkeit festgestellt und dessen subjektive Richtigkeit bewertet wird, ist ein ästhetisches Objekt.

Nur nebenbei sei angemerkt, dass RODENACKER [4] eine durchaus nahe stehende Auffassung über das Design vertreten hat.

Im zweiten Absatz ist diese allgemeine Designdefinition auf Gegenstände des Technischen Designs bezogen und erhält damit ihre fachspezifische Ein- und Abgrenzung. Die sehr glückliche Bezeichnung „Technisches Design“, die etwa 1990 aus Baden-Württemberg an die TU Dresden importiert und zuerst 1970 von Prof. Dr. H. STABE an der Universität Stuttgart eingeführt wurde [3], erlaubt eine grobe Abgrenzung des Fachgebietes gegenüber anderen Betätigungsfeldern im Design in etwa so, wie auf Bild 5 wiedergegeben.

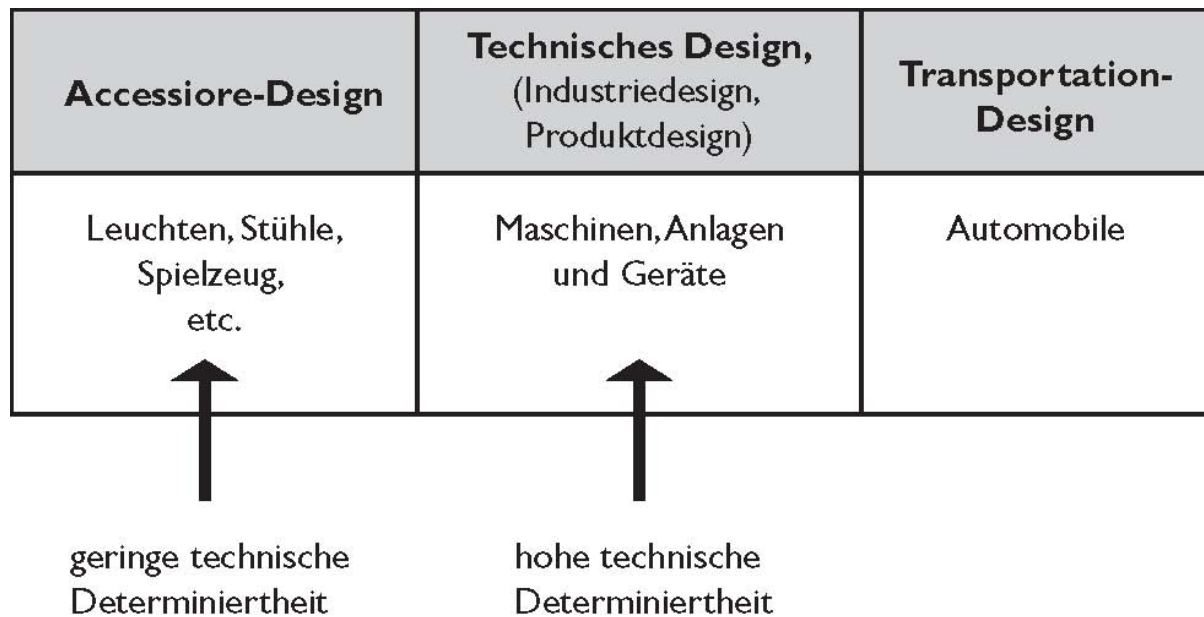


Bild 5: Abgrenzung Technisches Design

Als inhaltlicher Begründer und Urvater dessen, was heute Technisches Design genannt wird, muss jedoch der Berliner und Dresdner Hochschullehrer Prof. Rudi HÖGNER (1907-1995) seit 1953 bzw. 1960 angesehen werden [1], [2].

2. Die grundlegenden Merkmale der Vorgehensplanung Designprozess [26]

Für die Vorgehensplanung Designprozess wird von fünf grundlegenden Voraussetzungen bzw. Festsetzungen ausgegangen.

1. Alle technischen Objekte werden erlebt

Die grundlegende Auffassung, dass technische Objekte nicht nur funktionieren müssen usw., sondern unabhängig davon, ob man will oder nicht, **erlebt** werden gemäß von „Konstruktionsmerkmalen des menschlichen Kopfes“ und in diesem Zusammenhang eine ästhetische Bewertung erfahren – siehe hierzu die Definition auf Bild 5 – ist das allgemeinste und zentrale Bestimmungsstück für diese Vorgehensplanung. Daraus ergibt sich die Grundfunktion eines modern verstandenen Technischen Designs im metaphorisch bezeichneten Auftrag: der „**Technik eine Seele geben**“. Mit der Vorgehensplanung soll eine denkrichtungsweisende und methodische Empfehlung gegeben werden, um dieses Ziel erreichen zu können.

2. Verbindung mit der Konstruktionsmethodik

Die Vorgehensplanung Designprozess ist mit der Konstruktionsmethodik verschachtelt bzw. zu verschachteln. Die Vorgehensplanung Designprozess beinhaltet das Aufgreifen der durchgängig sachlogischen Vorgehensweise der Konstruktionsmethodik eingeschlossen ihrer Grundlagen. Im Sinne einer integrierten Produktentwicklung „erlebbares Produkt“ lassen sich konstruktionsmethodische Vorgehensweise und Vorgehensplan Designprozess ineinander verschachteln, wie auf Bild 6 dargestellt ist.

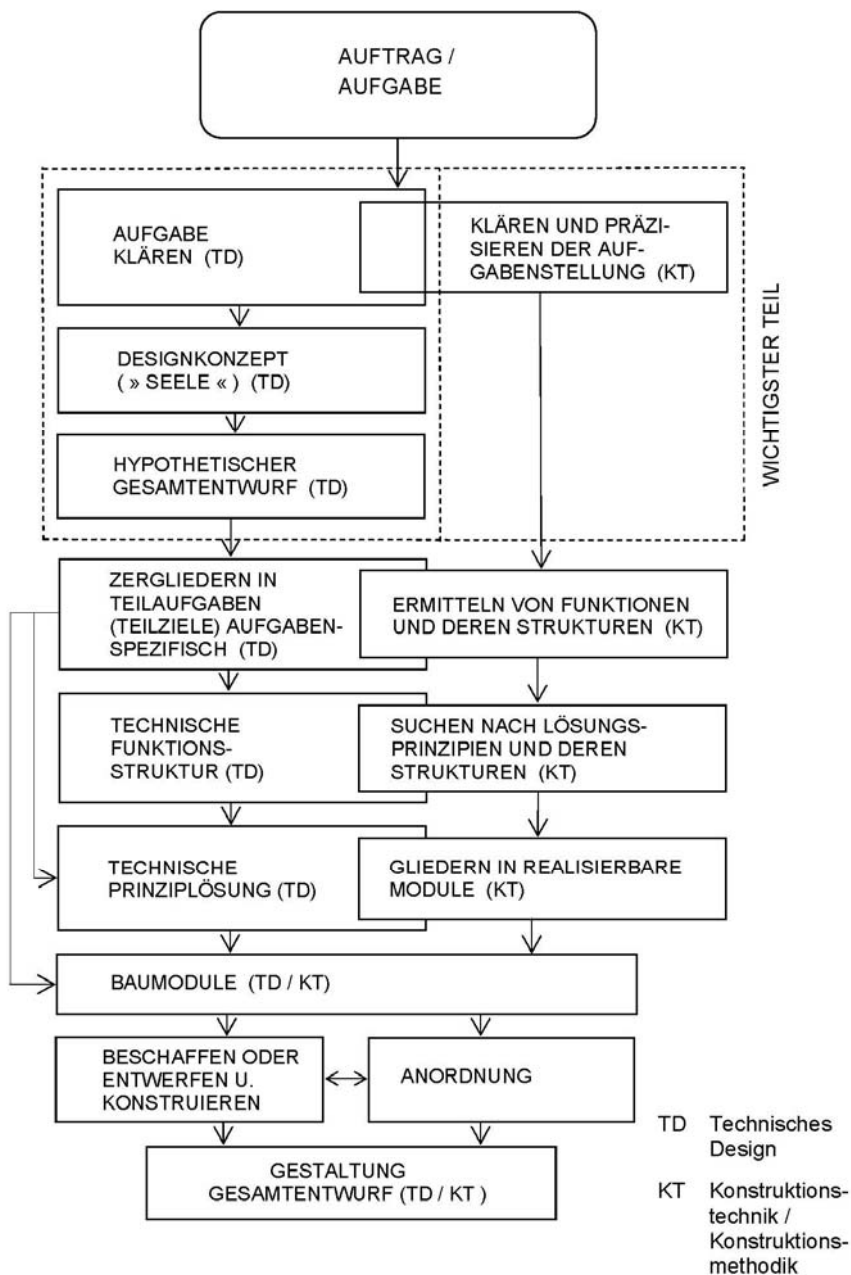


Bild 6: Integrierte Produktentwicklung „Erlebbares Produkt“. Verschachtelung von Vorgehensplan Design und Konstruktionsmethodik

Dem Wesen nach verwandte Vorgehensweisen werden in Industrieunternehmen praktiziert, wie das Beispiel für elektrische Handwerkzeuge der Firma Bosch von 1986 auf Bild 7 zeigen soll.

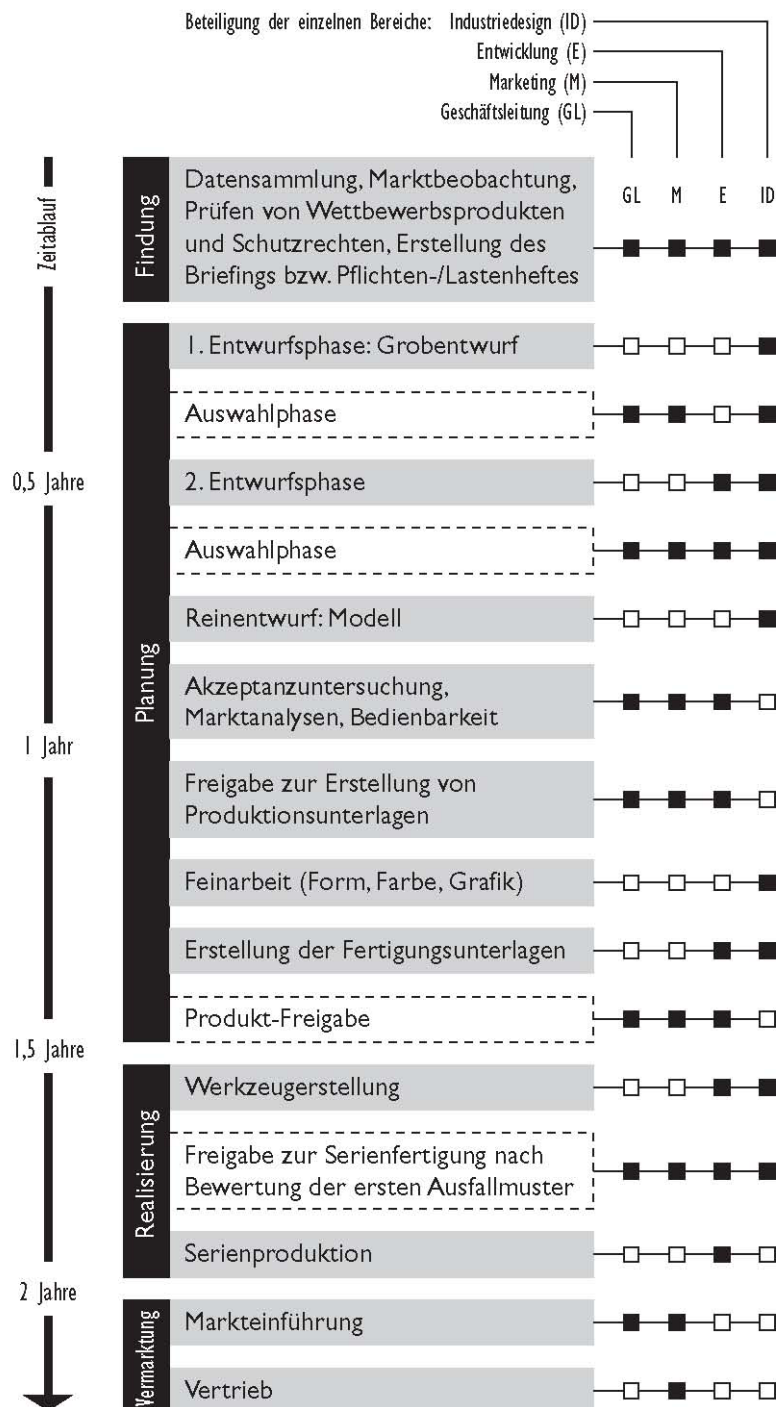


Bild 7: Entwicklungsablauf elektrischer Handwerkzeuge bei der Firma Bosch [9]

3. Handlungsregulatorisch unterlegtes äußeres Organisationsschema

Die Vorgehensplanung Designprozess ist ein handlungsregulatorisch unterlegtes äußeres Organisationsschema. Die Vorgehensplanung Designprozess ist gegliedert nach einem äußeren Organisationsschema siehe Bild 1, welches durch die psychische Regulation dieser Tätigkeit nach HACKER [29], [30] und RICHTER [31] unterlegt ist, wobei die hier vermerkte Literatur nur ein Minimalausschnitt der Arbeiten beider Autoren zu dieser Thematik ist.

Entwerfen ist eine schöpferische (kreative), bewusste und zielgerichtete Tätigkeit. Allen Tätigkeiten ist gemeinsam, dass sie einer inneren psychischen Regulation unterliegen, die stattfindet unabhängig davon ob man es will oder nicht. In etwa analog verhält sich der Regelkreis in der Technik.

Das Regulationsmodell ist folgendermaßen kurz beschrieben, wobei man des besseren Verständnisses halber Bild 8 mit heranzieht:

Tätigkeiten sind übergeordnete Verhaltenseinheiten aus Teiltätigkeiten oder Handlungsketten. Die Einheit der Tätigkeit ist die **Handlung**. Handlungen sind die kleinsten psychologisch relevanten Bestandteile einer Tätigkeit, die zeitlich und inhaltlich geschlossen auf ein Ziel gerichtet sind.

Die wichtigsten Kennzeichen der psychischen Regulation von Tätigkeiten sind die **Zielgerichtetheit** bei einer gleichzeitigen **sequentiell zyklischen** und **hierarchisch – heterarchischen** Organisation der Handlungskomponenten. Diese innere Organisation ist dabei abhängig von den Erfordernissen des zu erfüllenden **Auftrages** bzw. einer **Aufgabe** [30].

Die Unterscheidung zwischen Auftrag und Aufgabe ist notwendig, weil der Begriff Auftrag einen juristischen und betriebswirtschaftlichen von der Person abhängigen Sachverhalt bezeichnet. Aufgabe hingegen beinhaltet den Tatbestand des persönlich übernommenen Auftrages oder die Erfüllung einer selbst gestellten Aufgabe.

Zielgerichtetheit von Tätigkeiten und Handlungen bedeutet, dass bei ihrem Beginn eine Richtgröße vorhanden sein muss, welches gedanklich vorweggenommen (antizipiert) werden kann und woran sich das innere Geschehen orientiert. Diese Richtgröße ist das gedanklich vorweggenommene Ergebnis verbunden mit der Vornahme, es durch das eigene Tun zu erreichen. Antriebe zur Zielerreichung sind der Wille (die Volition) und die

Motivation. Der Prozess der Zielerreichung findet in einem permanenten Vergleich zwischen jeweils erreichten Ist- und erstrebten Soll- Zustand eines Ergebnisses oder Zwischenergebnisses statt.

Dieses Geschehen ist nun in der Tätigkeit, Teiltätigkeit und Handlung zweifach reguliert, wobei die Vorgänge gleichzeitig stattfinden.

Die sequentiell- zyklische Organisation beschreibt den Ablauf in **Phasen**, die nacheinander (sequentiell) abzuwickeln sind. Die Aspekte „Richten“, „Orientieren“, „Entwerfen“, „Entscheiden“, „Kontrollieren“ betreffen dabei das Ergebnis und die Organisation des Handlungsablaufes. Es entstehen linear angeordnete Handlungsketten aus Phasen, in denen sich die Komponenten des „Richtens“, „Orientierens“, „Entwerfens“, „Entscheidens“ und „Kontrollierens“ zyklisch wiederholen (siehe Bild 8).

In der hierarchischen- heterarchischen Handlungsorganisation auf über- bzw. untereinander geschichteten **Ebenen** werden für die Ausführung von Handlungen intellektuelle, perzeptiv- begriffliche und sensumotorische Anforderungen unterschieden. Diese Anforderungen sind hierarchisch- heterarchisch ineinander geschachtelt, was bedeutet, dass Anforderungen einer höheren Ebene die der darunter liegenden zwingend beinhalten. Nicht alle Tätigkeiten benötigen für ihre Ausführung intellektuelle Handlungserfordernisse. Bei allen Entwurfstätigkeiten hingegen sind sie als Charakteristikum gegeben.

Der konkrete Ablauf der psychischen Regulation wird vom Inhalt der jeweiligen Aufgabe und dem hierfür benötigten Wissen bestimmt, das Regulationsgeschehen selbst ist jedoch unabhängig von konkreten Inhalten.

Das Eigentliche, was die Handlungs- und Regulationstheorie zu leisten vermag ist einen effektiven, weil **regulatorisch ungestörten** Ablauf bei der äußerst anspruchsvollen Entwurfstätigkeit zu ermöglichen. Die Regulationsvorgänge sind ein hochkompliziertes und vielseitiges determiniertes Geschehen und können als sensible Gebilde verbogen, fehlorientiert, unvollständig sowie über- und unterfordert strapaziert mannigfaltig gestört verlaufen. Eine reguliert verlaufende Entwurfstätigkeit wird von der Entwurfsperson als befriedigend erlebt.

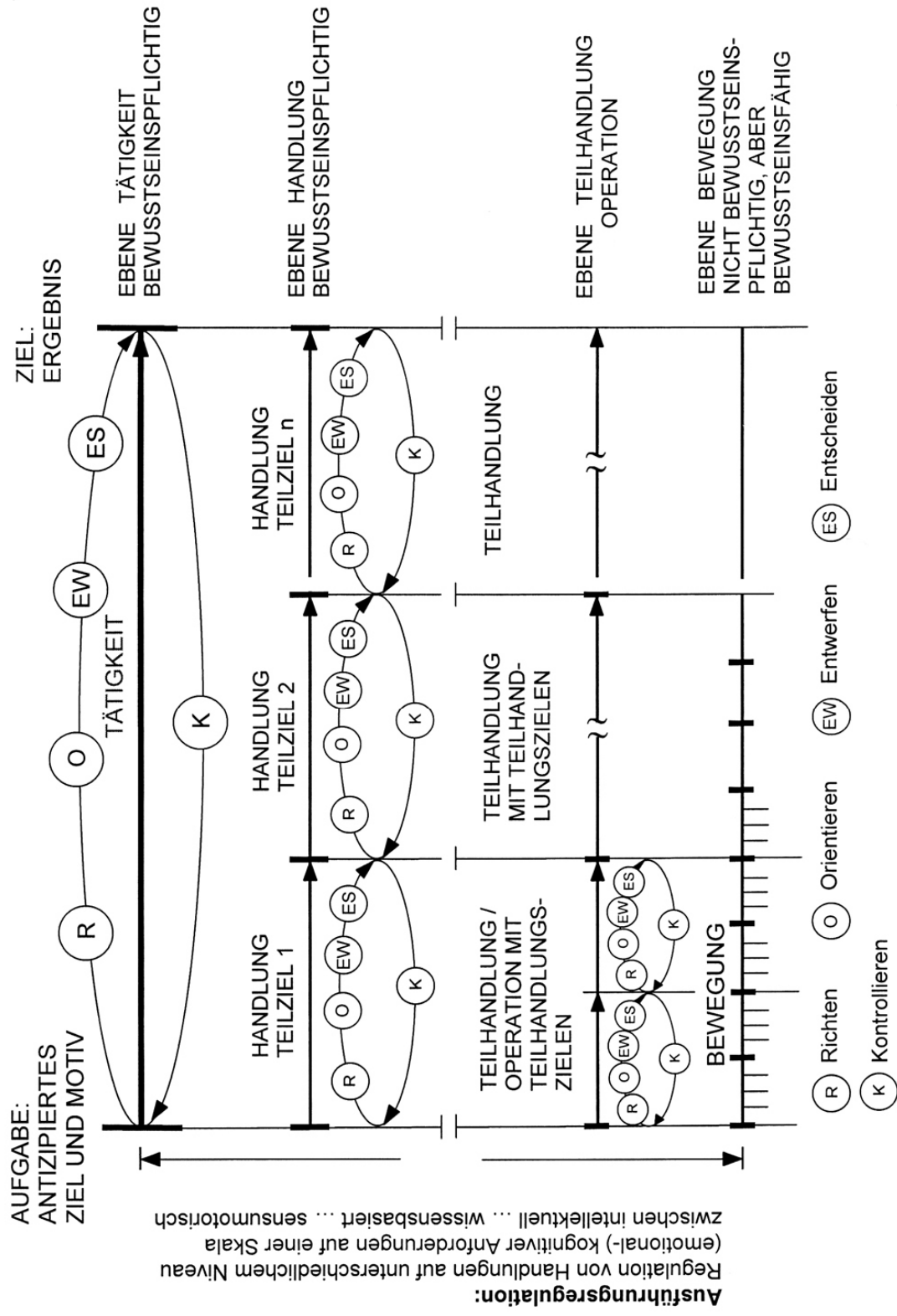


Bild 8: Handlungsregulation. Modell der zyklisch-sequentiellen und hierarchisch-heterarchischen Struktur von Tätigkeiten.

Wendet man das hier nur grob und unvollständig skizzierte Regulationsmodell auf die Vorgehensplanung Designprozess an, so ergeben sich daraus unter anderen diese Allgemeinaussagen:

1. Ein geordneter Entwurfsablauf entsprechend der sequentiellen und hierarchischen Handlungsregulation ist denknotwendig, um zu einem Entwurf gelangen zu können. Das setzt **ein** akzeptiertes Ziel zu Beginn der Entwurfsarbeit ab Arbeitsabschnitt „2 Designkonzept“ voraus, welches durch gedankliches Bearbeiten und nicht durch die Suche nach anderen neuen Einfällen zum Ergebnis geführt werden soll.

Zielverfügbarkeit und handlungsregulatorisch korrektes Arbeiten sind einer äußeren Beobachtung zugänglich und daher beeinflussbar.

2. Typisch für vollständige Designaufgaben ist, dass zu Beginn kein im Sinne der Handlungsregulationstheorie brauchbares Ziel zur Verfügung steht. Mit der Übernahme als Aufgabe ist ein Aufgabenumfeld bestenfalls mit einem Zielgebiet entstanden. Zur Einengung des Aufgabenumfeldes oder Zielgebietes dient AS 1 „Aufgabe klären“, um im AS 2 „Designkonzept“ eine Zielfindung und – definieren vorzubereiten.

Die Handlungsregulationstheorie belegt überdeutlich, dass ohne Zieldefinition zu Beginn der Entwurfsarbeit kein planmäßig organisierter Handlungsablauf zur Zielerreichung möglich ist.

Innerhalb der Arbeitsabschnitte „1 Aufgabe klären“ werden deshalb insgesamt 5 Methoden empfohlen, deren wichtigsten die Entwurfsplanung nach einem bestimmten Schema, das Führen eines Entwurfstagebuches und ein Frageschema „Aufgabe klären“ sind. Das Frageschema „Aufgabe klären ist auf Bild 9 wiedergegeben.

Mit ihm soll das momentan verfügbare und vorhandene Wissen gesammelt und vorstrukturiert werden.

Da davon ausgegangen wird, dass Designwissen nicht nur auf Faktenwissen als von der Person unabhängigen Sachwissen beruht, sondern ganz wesentlich persönliches Wissen beinhaltet, kommt der Beantwortung der Frage 1.1.1. „Was steht **in mir** zur Verfügung; was *weiß ich* um die Aufgabe bearbeiten zu können?“ besondere Bedeutung zu. Sie dient neben dem Erschließen von Faktenwissen vor allem der Wissensnutzung aus dem so genannten „Episodischen Gedächtnis“. Zur Bearbeitung existie-

ren in der Person Barrieren, die durch besondere Hilfestellungen aber überwindbar sind.

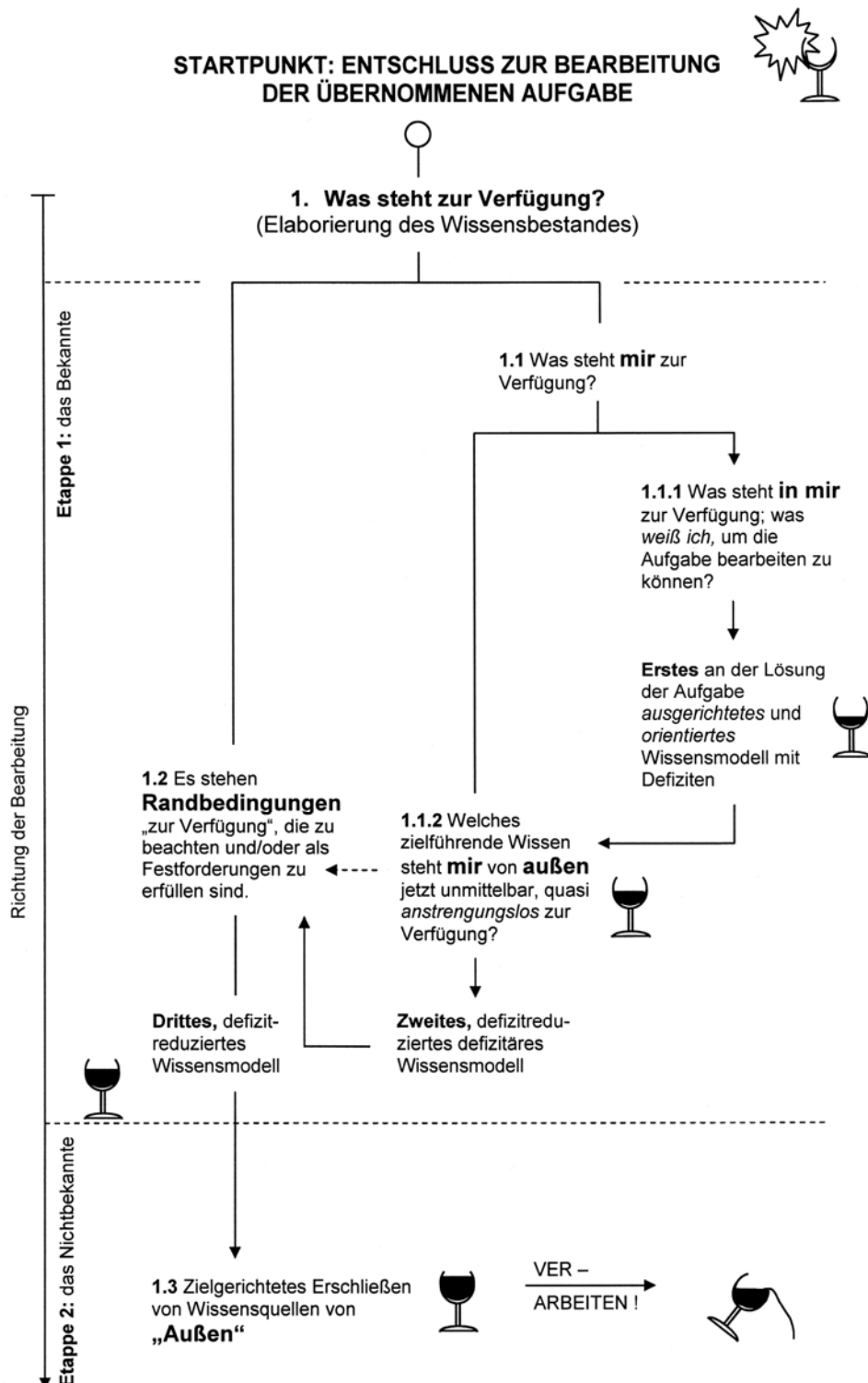


Bild 9: Fragenschema zu Arbeitsabschnitt „1 Aufgabe Klären“

3. Handlungen des Entwurfszeichnens und –modellierens (siehe hierzu auch Punkt 4) als in sich abgeschlossene und auf Grund des sensumotorischen Ausführungsteil von außen gut beobachtbare Verrichtungen verlaufen selbst psychisch reguliert. Sie sind Elemente des Gesamtregulationsgeschehens beim Entwerfen. Beim Zeichnenhandeln und –modellieren können Regulationshemmnisse auftreten, denen steuernd entgegen gewirkt werden kann.

4. Entwurfszeichnen und –modellieren sind die Grundmethodik des Fachgebietes

Grundtätigkeiten des Fachgebietes sind das Entwurfszeichnen und das Entwurfsmodellieren. Sie sind zugleich die Grundmethodik des Fachgebietes mit dem Anspruch eines Alleinstellungsmerkmals in einem Entwicklungs- bzw. Entwurfsteam. Beim Entwurfszeichnen und –modellieren handelt es sich zuallererst um spezifische, auf den Entwurfsgegenstand gerichtete Denktätigkeiten [23], [27], aber auch [32], [33] u. a. Beide Grundtätigkeiten bilden Handlungseinheiten in einem psychisch regulierten Entwurfsablauf zwischen Anbeginn und Beendigung einer Entwurfsaufgabe als einem bewussten und zielgerichteten Prozess. Auf dieser Grundlage lässt sich die Handlungsregulationstheorie nicht nur für den Entwurfsablauf insgesamt, sondern separiert für die beiden Grundtätigkeiten im Design als entwurfsmethodischer Leitfaden anwenden.

5. Kaum explizites Methodenlernen notwendig

Ein Wesensmerkmal der Vorgehensplanung ist ihre Anwendung ohne sonderlichen Lernaufwand. Sowohl als äußeres Organisationsschema wie als Anwendungsmethodik psychologischer Theorie ist es ein Ordnungsinstrument für Abläufe, wie sie ohnehin stattfinden. Gedacht für die Ausbildung von Novizen, dient sie der äußeren und inneren Strukturierung beim Entwerfen und wird im Wesentlichen gelehrt durch allerdings stringente Hinweise des Lehrpersonals zur Anwendung der Methoden bei der Betreuung studentischer Ausbildungsprojekte. Der sinnvolle Gebrauch der Vorgehensplanung ist abhängig vom Fachkönnen der Entwurfsperson und in dessen Erwerb integriert.

Die Vorgehensplanung nach Bild 1 sieht keine Rücksprünge vor. Wenn sie dennoch erforderlicher sind, lassen sie sich als vermeidbare oder unvermeidbare Fehler erkennen und häufig korrigieren vorausgesetzt, der Entwerfer ist hierzu willens.

Literaturverzeichnis:

- [1] Uhlmann, J. (1997): Kunst des Elementaren - Die Högnersche Grundlehre des visuell-ästhetischen Gestaltens im Produktdesign. Dresden: University Press
- [2] Hückler, A. (1997): Bemerkungen zu Anfangspositionen im Industrie Design nach 1945 an der Kunsthochschule Berlin-Weißensee unter Rudi Högner S. 137-153. In: Sauerbier, S. D. (Hrsg.) Zwei Aufbrüche. Symposium der Kunsthochschule Berlin-Weißensee – Tagungsband – Berlin: Kunsthochschule Berlin-Weißensee
- [3] Seeger, H. (1980): Technisches Design Kontakt & Studium, Band 54. Grafenau 1/ Württ: expert verlag
- [4] Rodenacker, W. (1994): Methodisches Konstruieren. Grundlagen, Methodik, praktische Beispiele – Dritte überarbeitete Auflage – Berlin Heidelberg u. a. Springer Verlag
- [5] Kant, I. (1790, 1974): Kritik der Urteilskraft. Suhrkamp taschenbuch Wissenschaft Frankfurt am Main: Suhrkamp-Verlag
- [6] VDI Richtlinie 2221 (05.1993): Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte. Düsseldorf: VDI-Verlag GmbH
- [7] VDI VDE Richtlinie 2424 (1986, 1988): Industrial Design Blatt 1-3: Düsseldorf: VDI-Verlag GmbH
- [8] Nels, W. (1968): In: FORM Fachzeitschrift für Gestaltung
- [9] (1986): Bosch-Design (Firmenschrift). Grafisches Zentrum Technik, Ditzingen-Heimerdingen, Stuttgart: Robert Bosch GmbH
- [10] Pahl, G.; Beitz, W.; Feldhusen, J.; Grote, K. H. (2003): Konstruktionslehre – Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung Methoden und Anwendung. Berlin Heidelberg u. a.: Springer-Verlag
- [11] Ehrlenspiel, K. (2003): Integrierte Produktentwicklung – Denkabläufe Methodeneinsatz Zusammenarbeit. München Wien: Carl Hanser Verlag
- [12] Koller, R. (1998): Konstruktionslehre für den Maschinenbau. Berlin Heidelberg u. a.: Springer-Verlag
- [13] Roth, K.-H. (1994): Konstruieren mit Konstruktionskatalogen Band I. Berlin Heidelberg u. a.: Springer-Verlag
- [14] Kintzen, H.; Laufenberg, H.; Kurtz, U. (2000): Konstruieren, Gestalten, Entwerfen. Braunschweig Wiesbaden: Friedrich Vieweg Sohn Verlagsgesellschaft GmbH
- [15] VDI Richtlinie 2220 (05.1980) Produktplanung, Ablauf, Begriffe und Organisation. Düsseldorf: VDI-Verlag GmbH
- [16] Bürdek, B. E. (1971): Design-Theorie. Methodische und systematische Verfahren im Industrial Design. Stuttgart: Selbstverlag Bernhard E. Bürdek
- [17] Bürdek, B. E. (1975): Designtheorie Beiträge zur Entwicklung von Theorie und Praxis des Industrial Design. Hamburg: Engelborn-Stiftung (Hrsg.) Redaktion Designtheorie
- [18] Jakoby, J. (1993): Ein Beitrag zum wahrnehmungsgerechten Gestalten. Aachen: Shaker-Verlag
- [19] Hückler, A.; Sitte, C. (1972): Arbeitsstufen der Gestaltung. In: Form + Zweck, Seite 9-11 Berlin: Ministerrat der DDR
- [20] Frick, R. (1982): Designmethodik. Eine Einführung für Studierende. Halle Burg Giebichenstein: Hochschule für industrielle Formgestaltung
- [21] Nomenklatur der Arbeitsstufen und Leistungen des Planes Wissenschaft und Technik. Berlin: Ministerrat der DDR
- [22] Bayazit, N. (2004): Investigating Design: A Review of Forty years of Design Research. In: Design Issues: Volume 20, Number 1 Winter 2004, Cambridge, MA 02142 USA: Massachusetts Institut of Technology
- [23] Uhlmann, J. (1986): Industrielle Formgestaltung für Studenten technischer Grundstudienrichtungen. Dissertation B zur Erlangung des akademischen Grades Dr. sc. phil. Dresden: Technische Universität
- [24] Uhlmann, J. (1992): Design für Ingenieure. Dresden: Technische Universität, Fakultät für Maschinenwesen
- [25] Clauß, G. (Hrsg.) (1976): Wörterbuch der Psychologie. Leipzig: VEB Bibliographisches Institut
- [26] Uhlmann, J. (Stand 2005): Design für Ingenieure – Ein Arbeitsbuch für Lehre und Forschung – Buchmanuskript. Verlagsvertrag mit Friedrich Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft Wiesbaden
- [27] Uhlmann, J. (2002): Terra incognita. Technisches Design – feuilletonistische Beschreibung eines Forschungsfeldes unter dem Focus moderner Informationstechnologien, internes Material. Dresden: Technische Universität
- [28] Bühler, K. (1907): Tatsachen und Probleme zu einer Psychologie der Denkvorgänge. I. über Gedanken. Leipzig: Wilhelm Engelmann
- [29] Hacker, W. (1998): Allgemeine Arbeitspsychologie. Psychische Regulation von Arbeitstätigkeiten. Berlin Göttingen Toronto Seattle: Verlag Hans Huber
- [30] Hacker, W. (2003): Psychische Regulation von Arbeitstätigkeiten. Projektberichte, Heft 22, März 2003. Dresden: Technische Universität, Institut für Psychologie I
- [31] Hacker, W.; Richter, P. (2003): Psychische Regulation von Arbeitstätigkeiten. Forschungsberichte Band 41, Dezember 2003. Dresden: Technische Universität, Institut für Arbeits-, Organisations- und Sozialpsychologie
- [32] Görner, R. (1973): Untersuchung zur psychologischen Analyse des Konstruierens. Dissertation. Technische Universität, Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften
- [33] Sachse, P. (2002): Idea Materials. Entwurfsdenken und Darstellungshandeln – über die allmähliche Verfertigung der Gedanken beim Skizzieren und Modellieren. Berlin: Lagos Verlag

Autorenangaben:

Professor Dr. phil. habil Johannes Uhlmann
Technische Universität Dresden
Institut für Maschinenelemente und Maschinenkonstruktion
Lehrstuhl Technisches Design
01062 Dresden

Tel.: 03 51/46 33 57 52

Fax.: 03 51/46 33 57 53

E-mail: tdesign@rcs.urz.tu-dresden.de